




**System for measuring polarization of light, comprises unit which collects data from four photo-detectors on four paths provided by two dividers, three Glan-Thomson prisms and quarter wave plate**

**Patent number:** FR2839551  
**Publication date:** 2003-11-14  
**Inventor:** TAKEUCHI SEIJI; KISHIKAWA YASUHIRO  
**Applicant:** CANON KK (JP)  
**Classification:**  
- international: G01J4/00; G03F7/20  
- european: G01J4/04  
**Application number:** FR20030005630 20030509  
**Priority number(s):** JP20020134958 20020510

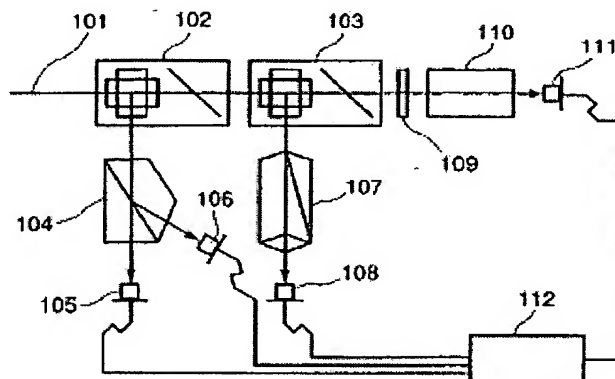
**Also published as:**

 US2003234348 (A1)  
 JP2003329516 (A)  
 DE10320658 (A1)

Abstract not available for FR2839551

Abstract of correspondent: **US2003234348**

In a detecting system for detecting polarization state of light or a Stokes meter for detecting Stokes parameters, the polarization state can be detected with a compact structure or in a shortened measurement time. The detecting system uses a first divider for dividing incident light into two light beams having the same polarization state as the incident light, a detector for detecting one of the two light beams from the first divider, through a polarizer, and an acquisition unit for acquiring information regarding the polarization state of the incident light on the basis of an output of the detector.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 839 551

⑫ N° d'enregistrement national : 03 05630

⑤ Int Cl<sup>7</sup> : G 01 J 4/00, G 03 F 7/20

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 09.05.03.

⑬ Priorité : 10.05.02 JP 02134958.

⑭ Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.11.03 Bulletin 03/46.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : CANON KABUSHIKI KAISHA — JP.

⑱ Inventeur(s) : TAKEUCHI SEIJI et KISHIKAWA YASUHIRO.

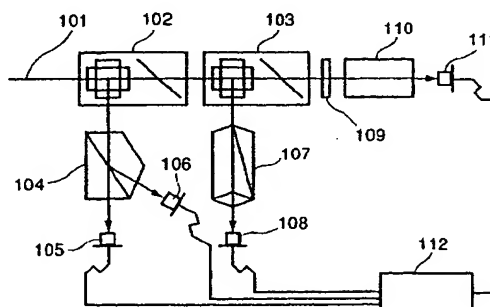
⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire(s) : SANTARELLI.

① SYSTEME DE DETECTION D'UN ETAT DE POLARISATION, APPAREIL D'EXPOSITION, DISPOSITIF A SOURCE DE LUMIERE ET PROCEDE DE FABRICATION DE DISPOSITIFS.

② L'invention concerne un système de détection de l'état de polarisation de la lumière destiné notamment à détecter des paramètres de Stokes. Le système utilise notamment un premier diviseur (102) destiné à diviser la lumière incidente (101) en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière incidente, un détecteur (105) destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant du premier diviseur et ayant traversé un polariseur (104), et une unité d'acquisition (112) destinée à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière incidente sur la base d'un signal de sortie du détecteur.

Domaine d'application: fabrication de circuits intégrés, etc.



FR 2 839 551 - A1



L'invention concerne de façon générale un système de détection d'un état de polarisation, une source de lumière et un appareil d'exposition. Plus particulièrement, l'invention est mise en œuvre sous la forme d'un système de  
5 détection d'un état de polarisation destiné à détecter les paramètres de Stokes d'un flux lumineux, un appareil d'exposition comportant un tel système de détection de l'état de polarisation, et une source de lumière comportant un tel système de détection de l'état de polarisation.

10 La figure 6 des dessins annexés et décrits ci-après montre une structure connue d'un instrument de mesure de Stokes. L'instrument de mesure de Stokes est un dispositif destiné à détecter les quatre paramètres de Stokes  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  d'un flux lumineux, de façon à détecter l'état de  
15 polarisation du flux lumineux. Ces paramètres de Stokes  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  sont des indices qui indiquent la quantité totale de lumière, la composante de polarisation linéaire  $p$  ou la composante de polarisation  $x$  par rapport à un axe de coordonnées normales, une composante de polarisation  
20 linéaire à  $+45^\circ$  et une composante de polarisation circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre, respectivement.

Sur la figure 6, on désigne en 5101 une source de lumière et on désigne en 5102 un flux lumineux provenant de  
25 la source de lumière. On désigne en 5103 une lame à différence de phase, et on désigne en 5104 un polariseur. On désigne en 5105 un photodétecteur et en 5106 une unité d'affichage ou une unité d'exploitation. Le polariseur 5104 est rendu rotatif, et la lame de phase 5103 est agencée de  
30 façon à être introduite de façon rétractable dans le chemin lumineux du flux lumineux incident.

Pendant que le polariseur est en rotation alors que la lame à différence de phase est maintenue rétractée, les signaux de sortie du photodétecteur correspondant aux  
35 angles de rotation du polariseur de  $0^\circ$ , de  $90^\circ$  et de  $45^\circ$ , respectivement, sont désignés respectivement par  $I_1$ ,  $I_2$  et

$I_3$ . De plus, le signal de sortie du photodétecteur où la longueur d'onde de la source de lumière est  $\lambda$  et la lame à différence de phase, conçue pour produire une différence de phase de  $\lambda/4$  dans la lumière polarisée, est introduite dans le chemin lumineux de façon que son axe d'avance de phase soit maintenu à  $45^\circ$  tandis que l'angle du polariseur est établi à  $90^\circ$ , est désigné  $I_4$ .

Sur la base de ces signaux de sortie du photodétecteur, on peut déterminer les paramètres de Stokes  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  par le calcul, de la manière suivante :

$$S_0 = I_1 + I_2$$

$$S_1 = I_1 - I_2$$

$$S_2 = 2 \times I_3 - (I_1 + I_2)$$

$$S_3 = 2 \times I_4 - (I_1 + I_2)$$

Les paramètres sont ainsi utilisés pour examiner l'état de polarisation du flux lumineux provenant d'une source de lumière.

Des instruments classiques de mesure de Stokes utilisent, dans de nombreux cas, un système rotatif tel qu'un polariseur. Par conséquent, dans le cas où les paramètres de Stokes changent fortement, la mesure devient difficile à réaliser ou bien, en variante, un dispositif de mesure de grandes dimensions devient nécessaire. En outre, dans le cas où le flux lumineux dont l'état de polarisation est mesuré par l'utilisation d'un instrument de mesure de Stokes est ensuite utilisé, il existe un temps de retard entre le moment où le flux lumineux est mesuré par l'instrument de mesure de Stokes et le moment où le flux lumineux est réellement utilisé dans un appareil ou analogue. Ceci signifie que les paramètres du flux lumineux au moment de l'utilisation réelle de celui-ci ne peuvent pas être détectés. De plus, dans le cas où l'état de polarisation de la lumière d'exposition dans un appareil d'exposition est mesuré en utilisant un instrument de mesure classique de Stokes, chaque mesure doit être exécutée pendant qu'un polariseur ou analogue est en

rotation. Ceci exige un long temps de mesure et conduit à une diminution de la production de l'appareil d'exposition.

Un objet de l'invention est donc de procurer un système de détection d'état de polarisation, un appareil  
5 d'exposition, une source de lumière et un procédé de fabrication de dispositifs par lesquels au moins l'un des problèmes décrits ci-dessus peut être résolu.

Conformément à un aspect de l'invention, il est proposé un système de détection d'état de polarisation,  
10 comportant : un premier moyen de division destiné à diviser une lumière incidente en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que la lumière incidente ; un détecteur destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant du premier moyen de division, à travers  
15 un polariseur ; et un moyen d'acquisition destiné à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière incidente sur la base d'un signal de sortie du détecteur.

Conformément à un autre aspect de l'invention, il est  
20 proposé un appareil d'exposition destiné à exposer un substrat à un motif d'un réticule, comportant : un premier moyen de division destiné à diviser une lumière provenant d'une source de lumière en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que la lumière provenant de la  
25 source de lumière ; un détecteur destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant du premier moyen de division, par l'intermédiaire d'un polariseur ; et un moyen d'acquisition destiné à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière provenant de la source  
30 de lumière, sur la base d'un signal de sortie du détecteur, le réticule étant éclairé par l'autre des deux faisceaux lumineux.

Conformément à un autre aspect de l'invention, il est  
proposé un dispositif à source de lumière comportant : une  
35 source de lumière ; un premier moyen de division destiné à diviser la lumière provenant de la source de lumière en

deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que la lumière provenant de la source de lumière ; un premier détecteur destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux, par l'intermédiaire d'un polariseur ;  
5 et un moyen d'acquisition destiné à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière provenant de la source de lumière, sur la base d'un signal de sortie du premier détecteur.

Conformément à un autre aspect encore de l'invention,  
10 il est proposé un procédé de fabrication d'un dispositif, comprenant les étapes qui consistent : à diviser de la lumière provenant d'une source de lumière en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de la source de lumière ; à détecter l'un  
15 des deux faisceaux lumineux à travers un polariseur et en utilisant un détecteur ; à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière provenant de la source de lumière, sur la base d'un signal de sortie du détecteur ; à exposer un substrat à un motif d'un  
20 réticule, en éclairant le réticule avec l'autre des deux faisceaux lumineux ; et à développer le substrat exposé.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

25 la figure 1 est une vue schématique et simplifiée d'un système de détection d'état de polarisation selon une première forme de réalisation de l'invention ;

la figure 2 est une vue schématique pour expliquer des détails d'un moyen de division de lumière dans la première  
30 forme de réalisation de l'invention ;

la figure 3 est une vue schématique et simplifiée d'un système comportant une unité à source de lumière, selon une deuxième forme de réalisation de l'invention ;

la figure 4 est une vue schématique simplifiée d'une  
35 unité à source de lumière selon une quatrième forme de réalisation de l'invention ;

la figure 5 est une vue schématique simplifiée d'un appareil d'exposition selon une sixième forme de réalisation de l'invention ;

la figure 6 est une vue schématique d'un instrument de mesure de Stokes classique ;

la figure 7 est une vue schématique pour expliquer des détails d'un appareil d'exposition selon la sixième forme de réalisation de l'invention ;

la figure 8 est une vue schématique d'un appareil d'exposition selon une huitième forme de réalisation de l'invention ;

la figure 9 est un organigramme d'un procédé de fabrication d'un dispositif ; et

la figure 10 est un organigramme pour expliquer des détails d'un traitement de tranches, inclus dans le procédé de la figure 9.

On décrira une première forme de réalisation de l'invention en référence aux figures 1 et 2.

Sur la figure 1, on désigne en 101 une lumière incidente et on désigne en 102 et en 103 des moyens de division de faisceau lumineux (moyens de division) destinés chacun à diviser une lumière incidente en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière incidente. On désigne en 104 un prisme polariseur de Glan-Thompson du type à faisceau double, et on désigne en 107 et 110 les prismes polariseurs Glan-Thompson du type à faisceau unique. On désigne en 109 une lame à différence de phase  $\lambda/4$ , et on désigne en 105, 106, 108 et 111 des photodétecteurs (moyens détecteurs). On désigne en 112 un circuit d'exploitation (moyens d'acquisition).

La lumière incidente 101 entre dans le moyen 102 de division de faisceau lumineux par lequel elle est divisée en un premier faisceau lumineux qui est réfléchi avec le même état de polarisation que celui de la lumière incidente, et en un second faisceau lumineux qui est transmis avec le même état de polarisation que celui de la



lumière incidente. Le premier faisceau lumineux entre dans le prisme Glan-Thompson 104 du type à faisceau double par lequel il est divisé en deux lumières polarisées orthogonales entre elles. Ces flux tombent sur les photodétecteurs 105 et 106, respectivement.

Le second faisceau lumineux ayant passé à travers le moyen 102 de division de lumière pénètre ensuite dans le moyen 103 de division de faisceau lumineux par lequel il est divisé en un troisième faisceau lumineux réfléchi avec le même état de polarisation que celui de la lumière incidente, et en un quatrième faisceau lumineux transmis avec le même état de polarisation que celui de la lumière incidente.

La troisième faisceau lumineux entre dans le prisme (107) Glan-Thomson du type à faisceau unique dont l'axe de transmission est tourné de  $-45^\circ$  et est fixé dans cette orientation, de façon qu'une composante de lumière polarisée rectilignement à  $+45^\circ$  soit reçue par le photodétecteur 108. Le quatrième faisceau lumineux tombe sur la lame à différence de phase  $\lambda/4$  dont l'axe d'avance de phase est tourné de  $+45^\circ$  et est fixé dans cette orientation, et elle arrive ensuite au prisme Glan-Thompson 110 de type à faisceau unique dont l'axe de transmission est fixé à  $0^\circ$ , afin que seule une composante de lumière polarisée qui est transmise soit reçue par le photodétecteur 111.

Sur la base des quantités de lumière reçue par les photodétecteurs 105, 106, 108 et 111, le circuit d'exploitation 112 calcule et détecte les paramètres de Stokes.

On donnera maintenant une explication détaillée des moyens de division de faisceau lumineux destinés à conserver l'état de polarisation en référence à la figure 2.

La figure 2 illustre les moyens de division de faisceau lumineux destinés à diviser une lumière incidente

en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière incidente. On désigne en 201 une lumière incidente, et on désigne en 204, 205 et 206 des lames à faces planes et parallèles disposées  
5 chacune de façon à recevoir la lumière sous un angle d'incidence de  $45^\circ$ . On désigne en 202 un premier faisceau lumineux réfléchi deux fois par les deux lames à faces planes et parallèles, et on désigne en 203 un faisceau lumineux passant à travers les deux lames à faces planes et  
10 parallèles. On désigne en 207 et 208 une lumière non voulue, ne devant pas être utilisée dans cette forme de réalisation.

La première lame 204 à faces planes et parallèles et la seconde lame 205 à faces planes et parallèles sont  
15 disposées de façon qu'une composante de lumière polarisée p réfléchiée par la première lame 204 à faces planes et parallèles soit réfléchiée, sous forme d'une composante de lumière polarisée s, par la seconde lame 205 à faces planes et parallèles. Avec cette structure, la composante de  
20 lumière polarisée réfléchiée par la première lame 204 à faces planes et parallèles, en tant que lumière polarisée s, est réfléchiée par la seconde lame 205 à faces planes et parallèles en tant que composante de lumière polarisée p.

Par ailleurs, la troisième lame 206 à faces planes et  
25 parallèles est prévue de façon qu'une composante de lumière polarisée p ayant passé à travers la première lame 204 à faces planes et parallèles soit transmise à travers la troisième lame 206 en tant que composante de lumière polarisée s. Avec cette structure, la composante de lumière  
30 polarisée ayant passé à travers la première lame 204 à faces planes et parallèles en tant que lumière polarisée s est réfléchiée par la troisième lame 206 à faces planes et parallèles en tant que composante de lumière polarisée p.

On expliquera à présent le principe selon lequel une  
35 lumière incidente est divisée en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière

incidente. Ici, pour plus de simplicité, on ne prendra pas en considération la réflexion à la face inférieure de la lame à faces planes et parallèles.

Si la lumière incidente est une lumière polarisée par fait, son vecteur champ électrique peut être calculé ainsi :

$$E = E_p + E_s$$

c'est-à-dire en la décomposant en une composante polarisée rectilignement  $E_p$ , devant devenir la composante polarisée p lorsqu'elle est réfléchiée par la première lame à faces planes et parallèles, et une composante de lumière polarisée rectilignement  $E_s$ , devant devenir la composante de lumière polarisée s. Dans le cas où la lumière incidente est une lumière partiellement polarisée ou une lumière non polarisée, étant donné qu'elles peuvent être considérées comme étant une agrégation de plusieurs composantes de lumière polarisée parfaite, il suffirait de conserver l'état de polarisation parfaite de chacune d'elles.

Dans le cas où trois lames à faces planes et parallèles formées de la même matière sont utilisées, étant donné que ces trois lames ont toutes les mêmes réflectances d'amplitudes  $r_p$  et  $r_s$  par rapport à la polarisation p et la polarisation s, si l'amplitude complexe de la composante de lumière polarisée rectilignement (composante de lumière polarisée p lorsqu'elle est réfléchiée par la première lame à faces planes et parallèles) de la lumière incidente est  $E_p$  alors que l'amplitude complexe de la composante de lumière polarisée s est  $E_s$ , l'amplitude complexe  $E_{11}$  de la première composante de lumière polarisée du premier faisceau lumineux 202, pouvant être obtenue par des réflexions doubles, est alors exprimée par :

$$E_{11} = r_s r_p E_p$$

Par ailleurs, l'amplitude complexe de la seconde composante de polarisation  $E_{12}$  est :

$$E_{12} = r_p r_s E_s$$

Par conséquent, l'amplitude complexe  $E_1$  de la lumière de réflexion correspondant à leur somme est :

$$E_1 = r_s r_p (E_p + E_s)$$

Étant donné que ceci est un faisceau lumineux correspondant à la lumière incidente, telle que multipliée par une constante  $r_s r_p$ , on voit que le premier faisceau lumineux  
 5 202 est simplement un faisceau lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière incidente.

Par ailleurs, l'amplitude complexe  $E_{21}$  de la première composante de lumière polarisée du second faisceau lumineux 203, pouvant être obtenue par des transmissions doubles est :

$$10 \quad E_{21} = t_s t_p E_p$$

Par ailleurs, l'amplitude complexe  $E_{22}$  de la seconde composante de lumière polarisée est :

$$E_{22} = t_p t_s E_s$$

L'amplitude complexe  $E_1$  de la lumière de réflexion,  
 15 correspondant à leur somme, est :

$$E_2 = t_s t_p (E_p + E_s)$$

Étant donné qu'il s'agit d'un faisceau lumineux correspondant juste à la lumière incidente, telle que multipliée simplement par une constante  $t_s t_p$ , on voit que  
 20 le second faisceau lumineux 203 est simplement un faisceau lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière incidente.

Il convient de noter ici que, bien que dans cet exemple, la lumière tombe sous un angle d'incidence de  $45^\circ$   
 25 sur une lame à faces planes et parallèles, si les trois lames ont le même angle d'incidence, il est inutile d'utiliser l'angle de  $45^\circ$ . En outre, trois éléments optiques tels que des réseaux ou des diviseurs de faisceau ayant la même propriété de division de lumière, telle  
 30 qu'une caractéristique de réflexion ou une caractéristique de transmission, en fonction de la polarisation, peuvent être utilisés avec sensiblement les mêmes effets avantageux. De plus  $r_p$ ,  $r_s$ ,  $t_p$  et  $t_s$  peuvent ne pas être des constantes constituées de nombres réels. Ils peuvent être  
 35 des constantes constituées de nombres complexes dans le cas où un diviseur ayant un film, par exemple, est utilisé.

Bien que de la lumière non voulue ne soit pas illustrée sur la figure 1, étant donné que les lumières non voulues 207 et 208 de la figure 2 sont des lumières parasites, un élément d'amortissement de faisceau peut être  
5 utilisé pour les absorber.

Sur la figure 1, le circuit d'exploitation (moyen d'acquisition) 112 calcule les quantités de lumière provenant des quatre photodétecteurs de la manière décrite ci-dessous, et détecte les paramètres de Stokes. Ici, les  
10 deux moyens 102 et 103 de division de faisceau lumineux ont la même propriété, et on suppose aussi que la lumière incidente et la lumière émise sont dans une relation telle que décrite plus haut. En outre, la transmissivité du prisme Glan-Thompson et de la lame de phase est supposée  
15 être de 100%. Les amplitudes complexes  $E_A$ ,  $E_B$ ,  $E_C$  et  $E_D$  des champs électriques des faisceaux lumineux qui peuvent être obtenues aux photodétecteurs 105, 106, 108 et 111 sont alors, respectivement :

$$E_A = r_p r_s E_s$$

$$20 \quad E_B = r_s r_p E_p$$

$$E_C = (1/\sqrt{2}) r_s r_p t_s t_p (E_p + E_s)$$

$$E_D = (1/\sqrt{2}) t_s^2 t_p^2 e^{(\pi/2)i} [e^{-(\pi/4)i} E_s + e^{(\pi/4)i} E_p]$$

Par conséquent, les quantités de lumière  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  et  $I_4$   
25 détectées par les photodétecteurs 105, 106, 108 et 111 sont :

$$I_1 = |r_p r_s|^2 |E_s|^2$$

$$I_2 = |r_s r_p|^2 |E_p|^2$$

$$I_3 = (1/2) |r_s r_p t_s t_p|^2 |E_s + E_p|^2$$

$$30 \quad I_4 = (1/2) |t_s t_p|^4 |e^{-(\pi/4)i} E_s + e^{(\pi/4)i} E_p|^2$$

Les constantes  $r_p$ ,  $r_s$ ,  $t_p$  et  $t_s$  peuvent être déterminées à l'avance par calcul ou par mesure, et une opération de correction peut être exécutée en relation avec ces constantes. Ainsi, on peut déterminer les paramètres de  
35 Stokes  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ .

$$S_0 = (I_1 + I_2) / |r_p r_s|^2$$

$$S_1 = (I_1 - I_2) / |r_p r_s|^2$$

$$S_2 = 2 \times I_3 / |r_p r_s t_p t_s|^2 - S_0$$

$$S_3 = 2 \times I_4 / |t_p t_s|^4 - S_0$$

Dans le cas où les paramètres sont déterminés de la manière décrite ci-dessus, toutes les informations concernant l'état de polarisation, y compris la quantité de lumière, peuvent être obtenues. Cependant, si cela est  
10 souhaité, seules les données nécessaires peuvent être mesurées et calculées.

Bien qu'un prisme Glan-Thompson soit utilisé en tant que prisme 104 dans cet exemple, on peut utiliser un prisme de Rochon, un prisme de Sénarmont, un prisme de Wollaston  
15 ou un diviseur de faisceau à polarisation formé d'un film diélectrique multicouche ou analogue. En résumé, on peut utiliser un élément optique ayant pour effet de produire des composantes de polarisation orthogonales. Il convient de noter à cet égard que les formules d'opérations décrites  
20 ci-dessus peuvent différer suivant la composante de polarisation qui est détectée par chaque détecteur.

En outre, bien que les prismes 107 et 110 aient été décrits comme étant des prismes de Glan-Thompson, on peut utiliser n'importe quel élément optique à leur place si une  
25 composante de lumière polarisée rectilignement peut être ainsi extraite. On peut construire un appareil peu coûteux dans lequel une fenêtre de Brewster est utilisée en tant que polariseur.

En outre, au lieu de diviser la lumière en deux  
30 faisceaux lumineux en 104, on peut agencer un polariseur et un détecteur de façon que : un polariseur ayant pour effet d'extraire une lumière polarisée rectilignement soit utilisée et que, en avant du moyen 102 de division de lumière, un autre moyen de division de lumière du même type  
35 soit prévu pour séparer un autre faisceau lumineux, de façon qu'une composante de lumière polarisée

rectilignement, orthogonale au faisceau lumineux extrait par le moyen 102 de division, soit extraite. Cet agencement est particulièrement efficace dans le cas où deux prismes de précision sont utilisés pour obtenir avec précision une  
5 composante polarisée rectilignement.

Une deuxième forme de réalisation de l'invention concerne un appareil ayant une source de lumière, dans lequel l'état de polarisation de la lumière est mesuré en temps réel en utilisant un système de détection d'état de  
10 polarisation. Cette forme de réalisation sera décrite en référence à la figure 3. On désigne en 301 une source de lumière et on désigne en 302 un moyen de division de lumière destiné à diviser la lumière provenant de la source de lumière en deux faisceaux lumineux, tout en conservant  
15 l'état de polarisation. On désigne en 303 un appareil dans lequel la lumière provenant de la source de lumière doit être utilisée. On désigne en 304 un système de détection d'état de polarisation tel que décrit en référence à la première forme de réalisation. On désigne en 305 et en 306  
20 deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de la source de lumière.

La lumière provenant de la source de lumière 301 entre dans le moyen 302 de division de faisceau lumineux, tel que représenté sur la figure 2 de la première forme de  
25 réalisation, destiné à diviser la lumière en deux faisceaux lumineux tout en conservant son état de polarisation, de façon à produire des faisceaux lumineux 305 et 306 ayant le même état de polarisation. L'un (305) des faisceaux lumineux est destiné à être utilisé pour une mesure de  
30 l'état de polarisation, à l'aide du système 304 de détection d'état de polarisation. L'autre faisceau lumineux 306 est introduit directement dans l'appareil.

Conformément à cette forme de réalisation, l'état de polarisation de la lumière est mesuré en temps réel.  
35 L'appareil de cette forme de réalisation peut être n'importe quel appareil tel qu'un système d'éclairage de

divers types, un appareil d'exposition, un système de mesure optique, un système d'observation optique, un système à interféromètre, etc., où un changement de l'état de polarisation a un effet sur les performances.

5 Une troisième forme de réalisation de l'invention concerne un appareil similaire à la deuxième forme de réalisation, dans lequel l'information concernant l'état de polarisation obtenue par l'intermédiaire du système de détection d'état de polarisation est transmise à  
10 l'appareil, afin de commander l'appareil sur la base de cette information.

En ce qui concerne le procédé de commande de l'appareil, il peut s'agir d'un procédé dans lequel l'appareil est arrêté si un état de polarisation souhaité  
15 n'est pas établi, ou un procédé dans lequel un système optique quelconque de l'appareil est réglé afin que l'état de polarisation de la lumière introduite dans l'appareil soit converti en un état de polarisation qui est le mieux adapté à une utilisation dans l'appareil. En variante, le  
20 résultat de la mesure de l'appareil peut être corrigé en fonction de l'état de polarisation détecté.

Une quatrième forme de réalisation de l'invention concerne une unité à source de lumière dans laquelle l'état de polarisation d'une lumière est mesuré en temps réel par  
25 l'utilisation d'un système de détection d'état de polarisation et une commande par rétroaction est réalisée sur la base de cet état. Cette forme de réalisation sera décrite en référence à la figure 4. On désigne en 401 une source de lumière et on désigne en 402 un moyen de division  
30 de faisceau lumineux destiné à diviser la lumière provenant de la source de lumière en deux faisceaux lumineux, tout en conservant l'état de polarisation. On désigne en 404 un système de détection d'état de polarisation tel que décrit en référence à la première forme de réalisation. On désigne  
35 en 405 et en 406 deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de la



source de lumière. On désigne en 407 un dispositif de commande de la source de lumière.

La lumière provenant de la source de lumière 401 entre dans le moyen 402 de division de lumière destiné à diviser la lumière en deux faisceaux lumineux tout en conservant son état de polarisation, de façon à produire deux faisceaux lumineux 405 et 406 ayant le même état de polarisation. L'un (405) des faisceaux lumineux est destiné à être utilisé pour une mesure de l'état de polarisation de la lumière provenant de la source de lumière, par l'intermédiaire du système 404 de détection d'état de polarisation.

Selon cette forme de réalisation, l'état de polarisation de la lumière provenant de la source de lumière est mesuré en temps réel. L'information concernant l'état de polarisation est transmise au dispositif 407 de commande de la source de lumière, et est renvoyée à la source de lumière afin qu'un paramètre d'émission de lumière de la source de lumière ou qu'un élément de commande de l'état de polarisation (non représenté) inclus dans la source de lumière soit commandé pour maintenir constant l'état de polarisation. En variante, dans certains cas, la commande peut être réalisée non seulement pour maintenir un état de polarisation constant, mais également pour y provoquer une modification souhaitée.

Une cinquième forme de réalisation de l'invention concerne une unité à source de lumière dans laquelle la source de lumière de la quatrième forme de réalisation comporte une source de lumière à impulsions. La partie restante de cette forme de réalisation possède essentiellement la même structure.

Une sixième forme de réalisation de l'invention concerne un appareil d'exposition ayant une source de lumière, dans lequel l'état de polarisation de la lumière est mesuré en temps réel par l'utilisation d'un système de détection d'état de polarisation. Cette forme de

réalisation sera décrite en référence à la figure 5 sur laquelle on désigne en 501 une source de lumière et on désigne en 502 un moyen de division de faisceau lumineux destiné à diviser la lumière provenant de la source de lumière en deux faisceaux lumineux, tout en en conservant l'état de polarisation. On désigne en 503 un appareil d'exposition dans lequel la lumière provenant de la source de lumière doit être utilisée, et on désigne en 504 un système de détection d'état de polarisation tel que décrit en référence à la première forme de réalisation. On désigne en 505 et en 506 deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de la source de lumière.

La lumière provenant de la source de lumière 501 entre dans le moyen 502 de division de faisceau de lumière, tel que montré sur la figure 2 de la première forme de réalisation, destiné à diviser la lumière en deux faisceaux lumineux tout en en conservant l'état de polarisation, de façon à produire des faisceaux lumineux 505 et 506 ayant le même état de polarisation. L'un (505) des faisceaux lumineux est destiné à être utilisé pour une mesure de l'état de polarisation à l'aide du système 504 de détection d'état de polarisation. L'autre faisceau lumineux 506 est introduit directement dans l'appareil d'exposition.

La figure 7 illustre la structure générale de l'appareil d'exposition de la forme de réalisation de la figure 5. Cet appareil d'exposition est agencé de façon qu'un motif d'un réticule ou masque 771 (tel qu'un original) soit transféré par exposition sur une tranche 772 (telle qu'un substrat) et il convient à la fabrication de dispositifs tels que des dispositifs à semiconducteurs (circuits intégrés ou circuits intégrés à grande échelle), des dispositifs capteurs d'images (CCD) ou des têtes magnétiques, par exemple.

On désigne sur la figure 7 en 506 de la lumière provenant du moyen de division de lumière. Ici, la lumière

506 est mise en forme par un système optique d'illumination 710, puis elle illumine un motif du réticule 771. On désigne en 777 un moyen de commande de polarisation comportant un polariseur, par exemple. Il est disposé dans  
5 une position sensiblement en conjugaison optique avec une pupille d'un système optique 720 de projection. Le moyen 777 de commande de polarisation sert à commander l'état de polarisation dans une région prédéterminée d'une source de lumière effective qui est formée à la pupille du système  
10 optique de projection. En commandant l'état de polarisation de la source de lumière effective en utilisant ce moyen de commande de polarisation, on permet une exposition d'un motif plus précis et plus fin.

Le réticule 771 est maintenu par une platine 740 de  
15 réticule qui est mobile dans une direction de balayage du réticule suivant un plan X-Y sur la figure 7. On désigne en 720 un système optique de projection ayant un rapport prédéterminé de réduction et de grossissement. Le motif du réticule 771 illuminé par le système optique 710  
20 d'illumination est projeté sur la tranche 772 par le système optique de projection 720, grâce à quoi la tranche 772 est exposée à ce motif. La tranche 772 a été revêtue d'une matière du type résist (matière photosensible), afin qu'une image latente soit ainsi formée par l'exposition. La  
25 tranche 772 est montée sur une platine 750 de tranche au moyen d'un plateau 773 de maintien de tranche.

La platine 750 de tranche est agencée de façon à déplacer la tranche 772 qu'elle porte dans le plan de la platine (directions des axes X et Y), vers le haut et vers  
30 le bas (direction de l'axe X) et également dans des directions d'inclinaison et de rotation autour de ces axes, et à effectuer une commande du positionnement de la tranche. La commande du positionnement de la platine 750 de tranche dans la direction de l'axe Z permet de régler la  
35 mise au point du système optique 720 de projection par rapport à la tranche 772.

En ce qui concerne le mouvement et la commande de position de la platine 740 de réticule et de la platine 750 de tranche, la position et l'attitude de chaque platine sont mesurées au moyen de capteurs (non représentés) et les  
5 informations de positions ainsi obtenues sont utilisées pour leur exécution.

L'information concernant l'état de polarisation obtenue par l'intermédiaire du système 504 de détection d'état de polarisation est transmise à l'appareil  
10 d'exposition, comme indiqué par une flèche 507. Sur la base de l'information d'état de polarisation, le dispositif de commande 730 de l'appareil 503 d'exposition effectue une commande du moyen 777 de commande de polarisation ou une commande de la platine de tranche ou de la platine de  
15 réticule. La raison en est, par exemple, que la perte de quantité de lumière par le moyen de commande de polarisation diffère avec l'état de polarisation et la commande est exécutée pour régler la quantité d'exposition à une valeur souhaitée.

Bien que, sur la figure 5, le moyen de division de lumière et le système de détection d'état de polarisation soient disposés à l'extérieur de l'appareil d'exposition, ils peuvent physiquement être logés à l'intérieur de l'appareil d'exposition. En particulier, le moyen de  
20 division de lumière peut être disposé dans une partie du chemin lumineux du système optique d'illumination 710, afin d'extraire une partie de la lumière d'exposition, tandis que la lumière d'exposition extraite peut être mesurée par le système de détection d'état de polarisation. De plus, le  
25 système de détection d'état de polarisation peut détecter les paramètres de Stokes décrits en référence à la première forme de réalisation. En variante, s'il suffit d'obtenir seulement des informations concernant une lumière polarisée p (ou une lumière polarisée s) et une quantité de lumière  
30 totale, une structure ayant un polariseur 104, des photodétecteurs 105 et 106 et une unité d'exploitation 112  
35

sur la figure 1 en tant qu'éléments constitutifs peut également être utilisée.

Une septième forme de réalisation de l'invention concerne un appareil d'exposition similaire à la sixième  
5 forme de réalisation, dans lequel une source de lumière est commandée sur la base de l'état de polarisation mesuré en utilisant un système de détection d'état de polarisation, afin que la source de lumière émette de la lumière dans un état de polarisation adapté à l'exposition. La commande de  
10 la source de lumière est exécutée en réponse à un signal produit par un dispositif de commande 730 à l'intérieur de l'appareil d'exposition.

Une huitième forme de réalisation de l'invention concerne un appareil d'exposition ayant une source de  
15 lumière et un système optique d'illumination, dans lequel une lumière d'illumination produite par un système d'illumination est divisée par un moyen de division de faisceau lumineux tel que montré sur la figure 2 de la première forme de réalisation, sans changer l'état de  
20 polarisation, et dans lequel l'un des faisceaux lumineux est utilisé pour mesurer l'état de polarisation au moyen du système de détection d'état de polarisation tel que décrit en référence à la première forme de réalisation. Cette forme de réalisation sera décrite en référence à la figure  
25 8. Sur la figure 8, les constituants similaires à ceux de l'appareil d'exposition de la figure 7 sont désignés par des références numériques correspondantes. La différence par rapport à la l'appareil d'exposition de la figure 7 réside dans une source de lumière 801, un moyen 802 de  
30 division de lumière et un détecteur 874 destiné à recevoir la lumière provenant du moyen de division de lumière par l'intermédiaire d'un polariseur 810. En ce qui concerne la source de lumière, un laser à excimère tel que, par exemple, un laser à excimère KrF (longueur d'onde de  
35 248 nm), un laser à excimère ArF (longueur d'onde de

193 nm) ou un laser à excimère F2 (longueur d'onde de 157 nm), peut être utilisé.

Le dispositif de commande 830 de l'appareil d'exposition fonctionne en renvoyant l'information de l'état de polarisation, ayant été obtenue par un calcul basé sur un signal de sortie du détecteur 874, au système d'illumination afin de maintenir en continu le système d'illumination dans le meilleur état adapté à l'exposition. Simultanément, il fonctionne de façon à commander la platine de réticule et la platine de tranche, ainsi que divers constituants pour régler l'état d'exposition, tels qu'un obturateur de diaphragme (non représenté).

Dans les première à huitième formes de réalisation décrites ci-dessus, les informations concernant l'état de polarisation peuvent être les paramètres de Stokes, l'un quelconque des paramètres de Stokes ou certaines informations associées à la polarisation et pouvant être obtenues par calcul en utilisant les paramètres de Stokes. Conformément à ceci, en ce qui concerne les constituants du système de détection d'état de polarisation, on peut utiliser les constituants correspondant uniquement à une partie souhaitée des paramètres de Stokes.

Conformément à l'invention, toute modification de l'état de polarisation de chaque impulsion d'une source de lumière à impulsions ou de l'état de polarisation qui peut changer rapidement peut être mesurée. En outre, conformément à l'invention, l'état de polarisation de la lumière dans un appareil ayant une source de lumière peut être mesuré. De plus, l'appareil peut être commandé sur la base de l'état de polarisation de la lumière. En outre, conformément à l'invention, l'état de polarisation d'une source de lumière dans un appareil d'exposition peut être détecté et des paramètres d'exposition ou analogues peuvent être corrigés sur la base des informations obtenues. En variante, conformément à l'invention, l'état de polarisation d'une source de lumière peut être détecté et

l'information ainsi obtenue peut être renvoyée à la source de lumière afin de corriger des paramètres d'émission de la lumière.

On décrira maintenant, en tant que neuvième forme de réalisation, une forme de réalisation d'un procédé de fabrication de dispositifs qui utilise un appareil d'exposition tel que décrit ci-dessus.

La figure 9 est un organigramme pour expliquer le processus de fabrication de divers microdispositifs tels que des dispositifs à semiconducteurs (par exemple des puces à semiconducteurs telles que des circuits intégrés ou des circuits intégrés à grande échelle), des panneaux à cristaux liquides ou des dispositifs à couplage de charges (CCD), par exemple. Une étape 1 est un processus de conception pour la conception d'un circuit d'un dispositif à semiconducteur. Une étape 2 est un processus pour la réalisation d'un masque sur la base du motif de circuit conçu. L'étape 3 est un processus pour la préparation d'une tranche en utilisant une matière telle que du silicium. Une étape 4 est un processus de traitement de tranche qui est appelé prétraitement dans lequel, en utilisant le masque et la tranche ainsi préparés, on forme un circuit sur la tranche en pratique, conformément à un processus de lithographie. Une étape 5 qui la suit est une étape d'assemblage qui est appelée posttraitement dans laquelle la tranche ayant été traitée à l'étape 4 est transformée en puces semiconductrices. Cette étape comprend un processus d'assemblage (découpe en dés et liaison) et un processus de mise sous boîtier (scellement des puces). Une étape 6 est une étape de contrôle dans laquelle une vérification du fonctionnement, une vérification de la durabilité et autres, pour les dispositifs à semiconducteurs produits dans l'étape 5, sont exécutées. Ces processus produisent des dispositifs à semiconducteurs qui sont ensuite expédiés (étape 7).

La figure 10 est un organigramme pour expliquer des détails du traitement de la tranche. Une étape 11 est un processus d'oxydation pour oxyder la surface d'une tranche. Une étape 12 est un processus de dépôt chimique en phase vapeur (CVD) pour la formation d'un film isolant sur la surface de la tranche. Une étape 13 est un processus de formation d'électrodes pour former des électrodes sur la tranche par dépôt en phase vapeur. Une étape 14 est un processus d'implantation ionique pour implanter des ions dans la tranche. Une étape 15 est un processus d'application de résist pour appliquer un résist (une matière photosensible) sur la tranche. Une étape 16 est un processus d'exposition pour imprimer, par exposition, le motif de circuit du masque sur la tranche au moyen de l'appareil d'exposition décrit précédemment. Une étape 17 est un processus de développement pour développer la tranche exposée. Une étape 18 est un processus d'attaque pour enlever des parties autres que l'image en résist développée. Une étape 19 est un processus de séparation du résist pour séparer la matière du résist restant sur la tranche après qu'elle a été soumise au processus d'attaque. En répétant ces opérations, on forme en superposition des motifs de circuits sur la tranche.

Ces processus permettent de fabriquer des microdispositifs à une densité élevée.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au système, à l'appareil, au dispositif et au procédé décrits et représentés sans sortir du cadre de l'invention.



REVENDICATIONS

1. Système de détection d'état de polarisation, caractérisé en ce qu'il comporte un premier moyen de division (102) destiné à diviser une lumière incidente  
5 (101) en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière incidente ; un détecteur (105, 106) destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant du premier moyen de division, par l'intermédiaire d'un polariseur (104) ; et un moyen  
10 d'acquisition (112) destiné à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière incidente sur la base d'un signal de sortie du détecteur.

2. Système de détection d'état de polarisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'autre des deux  
15 faisceaux lumineux provenant du premier moyen de division est introduit dans un appareil prédéterminé 112 dans lequel la lumière incidente doit être utilisée.

3. Système de détection d'état de polarisation selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'information  
20 concernant l'état de polarisation est fournie à l'appareil prédéterminé.

4. Système de détection d'état de polarisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'information concernant l'état de polarisation comprend un paramètre de  
25 Stokes.

5. Système de détection d'état de polarisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lumière incidente est une lumière à impulsions.

6. Système de détection d'état de polarisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le polariseur est  
30 conçu pour diviser le premier faisceau lumineux en deux faisceaux lumineux polarisés orthogonalement, et en ce que le détecteur comprend deux éléments de détection (105, 106) destinés à détecter les deux faisceaux lumineux polarisés,  
35 respectivement.

7. Système de détection d'état de polarisation selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre (i) un second moyen de division (103) destiné à diviser l'autre faisceau lumineux provenant du premier  
5 moyen de division en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de l'autre faisceau lumineux, (ii) un deuxième détecteur (108) destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant dudit second moyen de division, par l'intermédiaire d'un  
10 polariseur (107) et (iii) un troisième détecteur (111) destiné à détecter l'autre des deux faisceaux lumineux provenant du second moyen de division, par l'intermédiaire d'une lame de phase (109) et d'un polariseur (110).

8. Appareil d'exposition destiné à exposer un substrat  
15 (772) à un motif d'un réticule (771), caractérisé en ce qu'il comporte un premier moyen de division (502) destiné à diviser de la lumière provenant d'une source de lumière (501) en deux faisceaux lumineux (505, 506) ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de  
20 la source de lumière ; un détecteur (504) destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant du premier moyen de division, par l'intermédiaire d'un polariseur (502) ; et un moyen d'acquisition (503) destiné à acquérir une information concernant l'état de  
25 polarisation de la lumière provenant de la source de lumière, sur la base d'un signal de sortie du détecteur, le réticule étant illuminé par l'autre des deux faisceaux lumineux.

9. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en  
30 ce qu'il comporte en outre un moyen de commande destiné à commander la quantité d'exposition sur la base d'une information concernant l'état de polarisation.

10. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen de commande destiné à  
35 commander la source de lumière sur la base de l'information concernant l'état de polarisation.

11. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen de polarisation destiné à commander l'état de polarisation et un moyen (777) de commande destiné à commander le moyen de polarisation sur la base de l'information concernant l'état de polarisation.

12. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'information concernant l'état de polarisation comprend un paramètre de Stokes.

13. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que la source de lumière comprend une source de lumière à impulsions.

14. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que le polariseur est conçu pour diviser un faisceau lumineux en deux faisceaux lumineux polarisés orthogonalement, et en ce que le détecteur comprend deux éléments de détection (105, 106) destinés à détecter les deux faisceaux lumineux polarisés, respectivement.

15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte en outre (i) un second moyen de division (103) destiné à diviser l'autre faisceau lumineux provenant du premier moyen de division en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de l'autre faisceau lumineux, (ii) un deuxième détecteur (108) destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux provenant dudit second moyen de division, par l'intermédiaire d'un polariseur (107) et (iii) un troisième détecteur (111) destiné à détecter l'autre des deux faisceaux lumineux provenant du second moyen de division, par l'intermédiaire d'une lame de phase (109) et d'un polariseur (110).

16. Dispositif à source de lumière, caractérisé en ce qu'il comporte une source de lumière ; un premier moyen de division (102) destiné à diviser la lumière provenant de la source de lumière en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de la source de lumière ; un premier détecteur (105, 106) destiné à détecter l'un des deux faisceaux lumineux passant

par un polariseur (104) ; et un moyen d'acquisition (112) destiné à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière provenant de la source de lumière, sur la base d'un signal de sortie du premier  
5 détecteur.

17. Dispositif à source de lumière selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen de commande destiné à commander la source de lumière sur la base de l'information concernant l'état de  
10 polarisation.

18. Dispositif à source de lumière selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'information concernant l'état de polarisation comprend un paramètre de Stokes.

15 19. Dispositif à source de lumière selon la revendication 16, caractérisé en ce que la source de lumière comprend une source de lumière à impulsions.

20 20. Procédé de fabrication de dispositifs, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui consistent à diviser la lumière provenant d'une source de lumière (301, 401, 501, 801) en deux faisceaux lumineux ayant le même état de polarisation que celui de la lumière provenant de la source de lumière ; à détecter l'un des deux faisceaux lumineux passant par un polariseur (777), en utilisant un détecteur  
25 (504) ; à acquérir une information concernant l'état de polarisation de la lumière provenant de la source de lumière, sur la base d'un signal de sortie du détecteur ; à exposer un substrat (772) à un motif d'un réticule (771) en illuminant le réticule avec l'autre faisceau lumineux des  
30 deux faisceaux lumineux ; et à développer le substrat exposé.

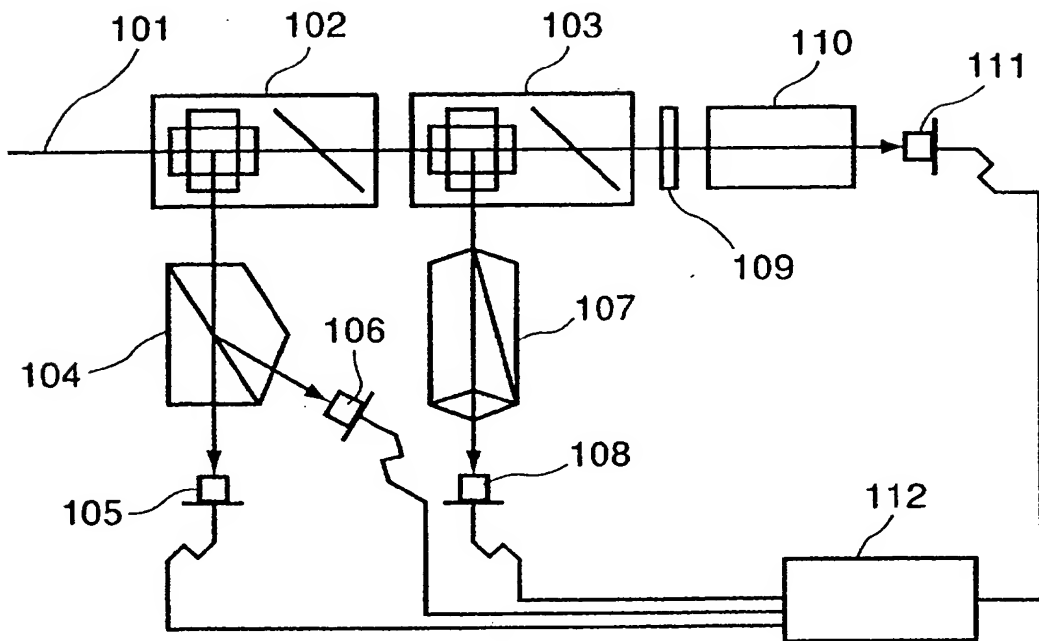


FIG. 1

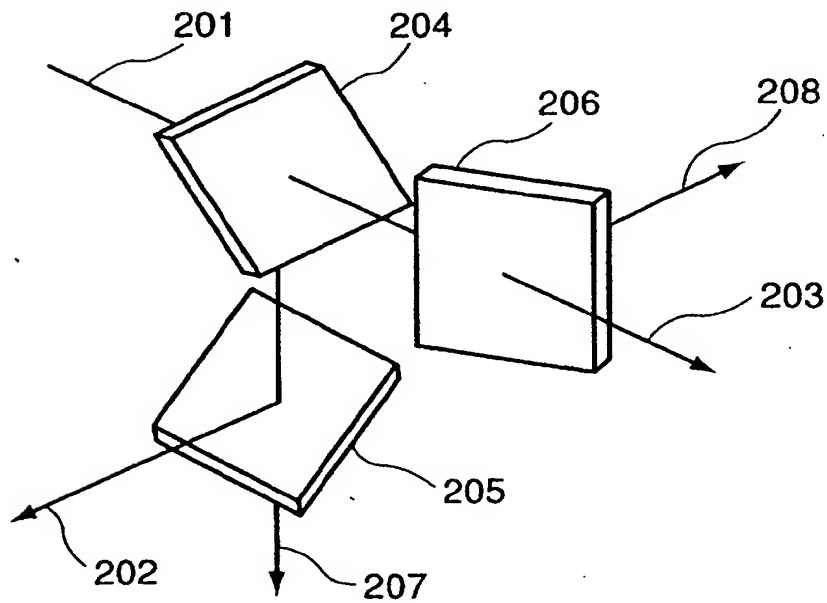


FIG. 2

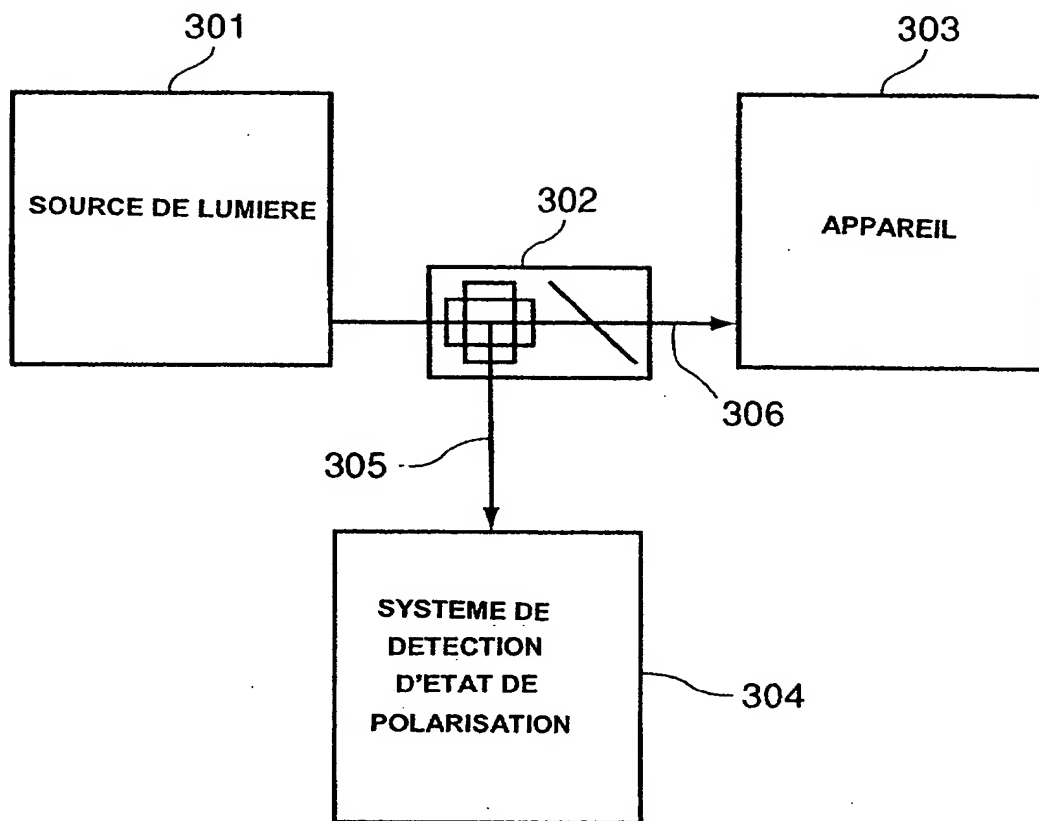


FIG. 3

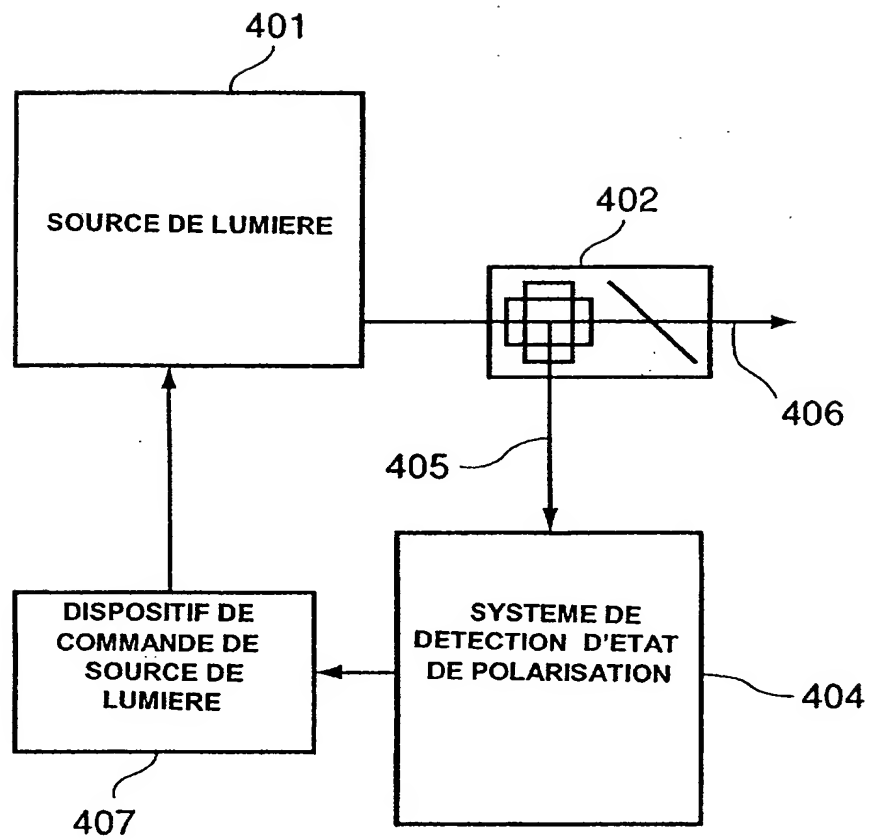


FIG. 4

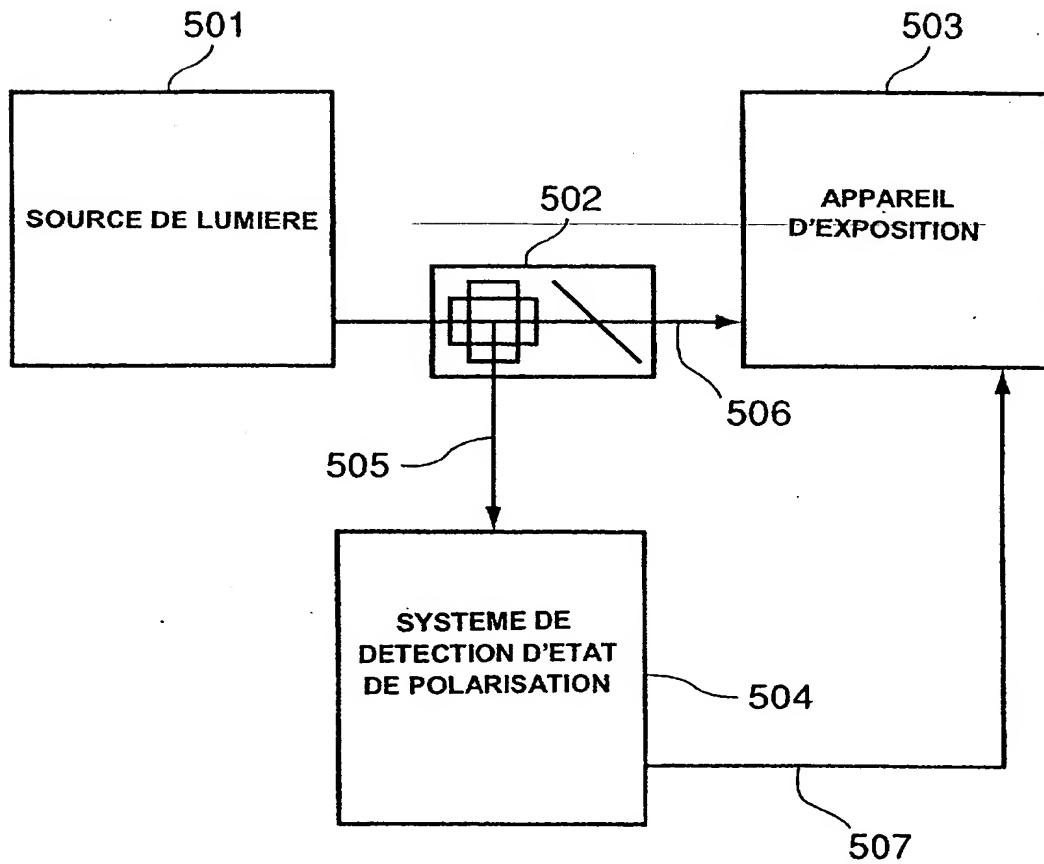


FIG. 5

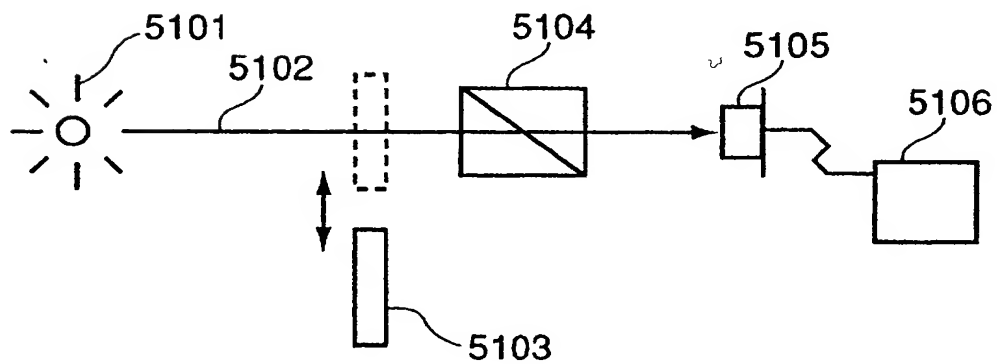


FIG. 6



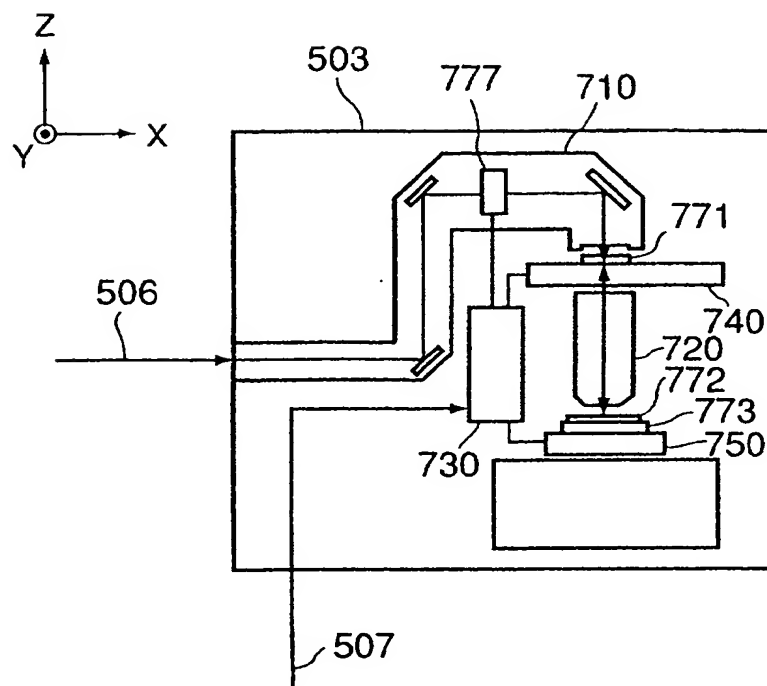


FIG. 7

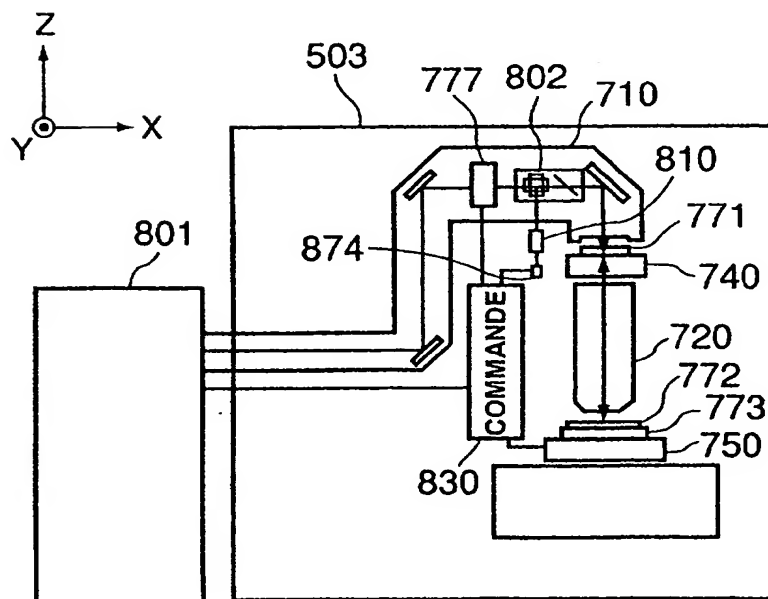


FIG. 8

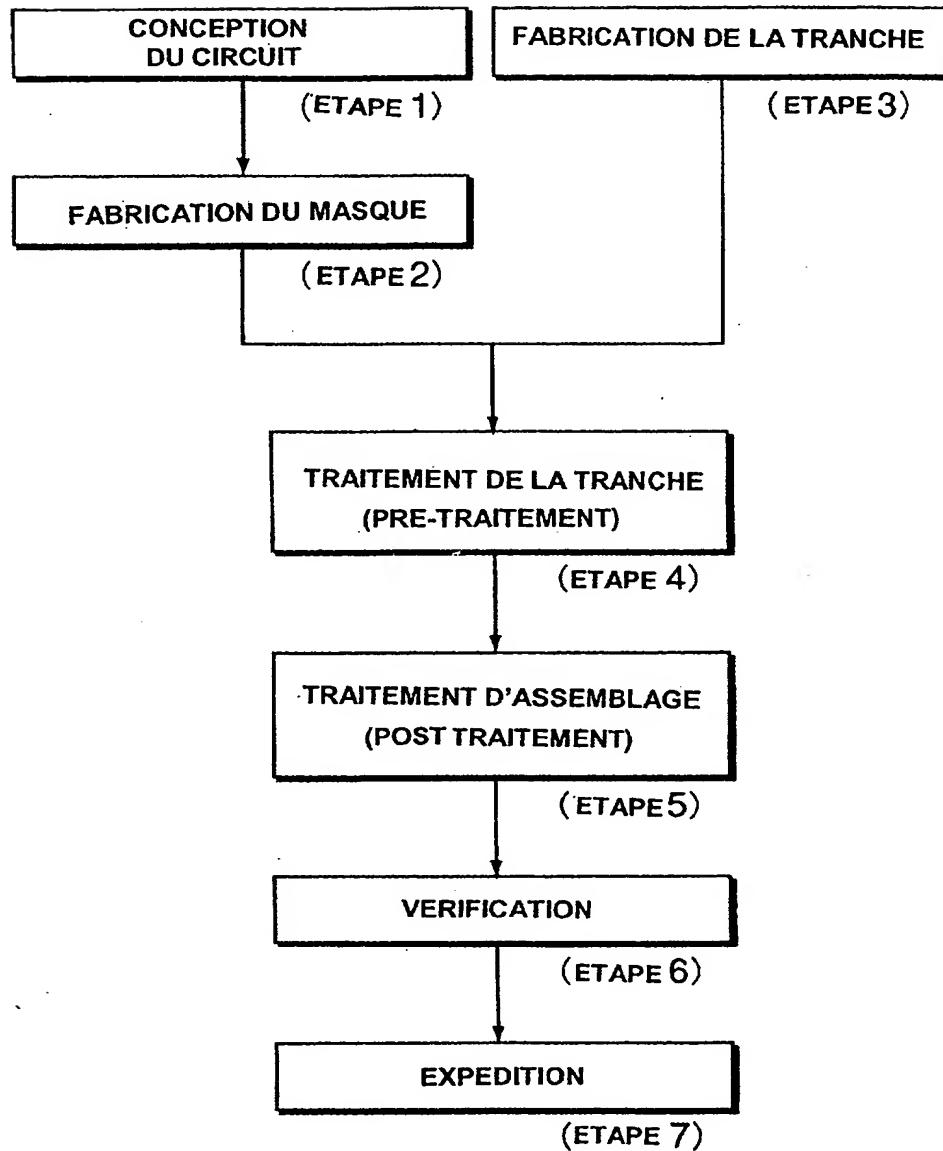


FIG. 9

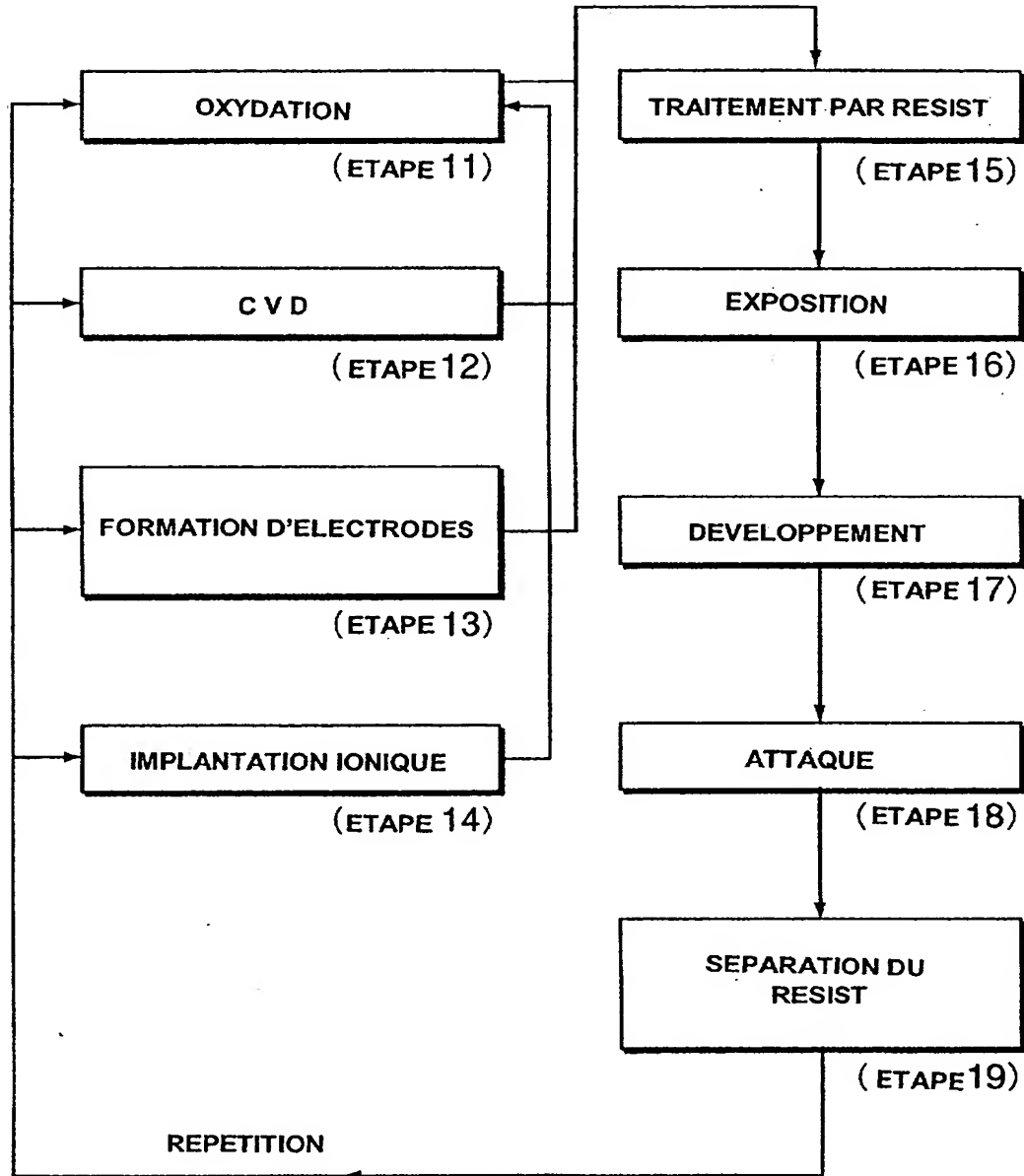


FIG. 10

